



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 37 596 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 01 B 3/46**  
H 01 B 7/28  
C 04 B 35/10

⑳ Aktenzeichen: P 44 37 596.4  
㉔ Anmeldetag: 20. 10. 94  
㉕ Offenlegungstag: 25. 4. 96

DE 44 37 596 A 1

㉗ Anmelder:  
Dätwyler AG, Altdorf, CH

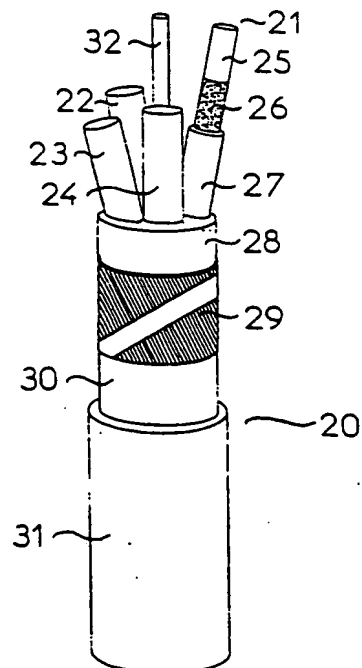
㉘ Vertreter:  
von Samson-Himmelstjerna und Kollegen, 80538  
München

㉚ Erfinder:  
Strauß, Jürgen, Dipl.-Ing. (FH), Schattdorf, CH;  
Bissig, André, Unterschächen, CH; Briker, Hans,  
Schattdorf, CH; Kötter, Wilfried, Dipl.-Ing.,  
Attinghausen, CH; Walker, Rudolf, Bürglen, CH;  
Sonderegger, Hans., Altdorf, CH; Bayard,  
Konstantin, Schattdorf, CH

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Flammwidrige Zusammensetzung zur Herstellung von elektrischen Kabeln mit Isolations- und/oder Funktionserhalt

⑤7 Die Erfindung betrifft eine keramisierbare flammwidrige Zusammensetzung, die eine Siliconkomponente und wenigstens einen Metalloxidfüller, bevorzugt Aluminiumoxid, sowie gegebenenfalls weitere Hilfs- und Zusatzstoffe umfaßt. Diese Zusammensetzung eignet sich zur Herstellung von Brandsicherheitskabeln mit Isolations- und/oder Funktionserhalt, insbesondere einem Funktionserhalt über wenigstens 90 Minuten bei einer Exposition des Kabels bis zu einer Temperatur von etwa 1000°C.



DE 44 37 596 A 1

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft Zusammensetzungen bzw. Compounds zur Herstellung von Brandsicherheitskabeln mit Isolations- und/oder Funktionserhalt. Die Erfindung betrifft ferner Brandsicherheitskabel mit Isolations- und/oder Funktionserhalt, die unter Verwendung solcher Zusammensetzungen bzw. Compounds hergestellt sind.

Brandsicherheitskabel sind elektrische Kabel, die auch im Brandfall über einen gewissen Zeitraum funktionsfähig sind und zudem gewährleisten, so sich über das Kabel die Brandausbreitung in Gebäuden verhindern läßt. Insbesondere ist es wichtig, daß wesentliche Stromkreise geschützt werden, um bestimmte elektrische Systeme funktionsfähig zu halten und dadurch die Sicherheit von Personen zu gewährleisten und den Löschmannschaften eine wirksame Brandbekämpfung zu ermöglichen.

Die Eigenschaften, denen Brandsicherheitskabel genügen müssen, sind in vielen Ländern gesetzlich geregelt. Kabel mit sogenanntem Isolationserhalt werden beispielsweise gemäß dem internationalen Standard IEC 331 oder gemäß VDE 0472 Teil 814 unter Flammeinwirkung mit einer Prüftemperatur von etwa 750°C während einer Dauer von 180 Minuten auf Isolationsversagen geprüft. Diese Prüfung entspricht allerdings nicht den Gegebenheiten der Praxis, da die Temperaturprüfung des Kabels allein noch kein Kriterium für die Funktionstüchtigkeit des Kabels im Brandfall darstellt. Entscheidend ist nicht nur die Temperatur, der ein Kabel ausgesetzt ist, sondern vor allem das Zusammenwirken aller Faktoren, die während eines Brandereignisses auftreten.

Dementsprechend erfordern die deutschen Vorschriften nach DIN 4102 Teil 12 eine weitaus härtere Prüfung. Nach dieser Methode erfolgt die Prüfung nicht nur im "Labormaßstab", sondern man prüft ein komplettes Kabelsystem unter annähernd realistischen Bedingungen in einem Prüfstand von mindestens 3 m Länge. Auf diese Weise werden bei diesem Test auch andere Einflußfaktoren wie mechanische Kräfte, die auf das Kabel einwirken, berücksichtigt. Mechanische Beanspruchungen können beispielsweise durch Verformungen oder teilweises Versagen des Tragesystems oder durch die installationstechnisch bedingte Verlegung der Kabel in Bögen und die dadurch bedingten Fixierungen auftreten. Ferner werden auch die Umgebungsbedingungen in die Prüfung einbezogen. So steht die von Ölbrennern beheizte Brandkammer während des Testlaufs unter leichtem Überdruck. Außerdem verändert sich die Zusammensetzung der Ofenatmosphäre bedingt durch das Verbrennen der brennbaren Anteile am Kabel und anderer im Ofen befindlichen Komponenten, beispielsweise von Zinkbeschichtungen der Tragevorrichtung. Bei der Prüfung nach DIN 4102 Teil 12 wird das Kabel gemäß einer sogenannten Einheitstemperaturzeitkurve (ETK; DIN 4102 Teil 2) über eine Zeitdauer von 90 Minuten, während der schließlich eine Temperatur von ungefähr 1000°C erreicht wird, auf die erforderliche Sicherheit hinsichtlich eines etwaigen Kurzschlusses oder einer Unterbrechung des Stromflusses (Leiterunterbruch) überprüft. Ein Funktionserhalt über einen Zeitraum von wenigstens 90 Minuten bei einer Exposition des Kabels im Ofen bis zu einer Temperatur von 1000°C stellt die höchste Funktionserhaltsklasse (E 90) dar. Ein Funktionserhalt von wenigstens 90 Minuten wird beispielsweise für Wasserdruckerhöhungsanlagen zur Löschwasserversorgung, für Lüftungsanlagen in Sicherheitstreppe nräumen, innenliegende Treppenhäuser, Fahrstühle und Triebwerksräume von Feuerwehraufzügen, für Rauch und Wärmeabzugsanlagen und für Feuerwehraufzüge gefordert.

Die Verwendung von Metallhydroxiden, insbesondere von Aluminiumhydroxid, als Füllstoff für flammwidrige Polymercompounds ist allgemein bekannt. Um eine gute Flammschutzwirkung zu erzielen, wird dabei eine möglichst hohe Füllstoffkonzentration angestrebt. Für diese Zwecke geeignete Polymeren sind beispielsweise Polyolefine, Ethylencopolymere oder Mischungen solcher Polymere. Im Brandfall sollen diese gefüllten Polymerzusammensetzungen zum einen die Brandausbreitung entlang dem Kabel verhindern, zum anderen eine gewisse Schutzfunktion für die isolierten Adern übernehmen. Flammhemmende thermoplastische Zusammensetzungen mit hoher Füllstoffmenge werden beispielsweise in der EP-A-0 054 424 und der EP-A-0 082 407 beschrieben. Die WO 93/2056 beschreibt Mischungen aus einem thermoplastischen Material, beispielsweise auf Basis von Ethylvinylacetat, und Aluminiumhydroxid, die bei der Herstellung feuerbeständiger Kabel verwendet werden, wie sie beispielsweise in der petrochemischen Industrie zum Einsatz kommen können. Ein Nachteil solcher gefüllter Polymere besteht jedoch allgemein darin, daß ihre Schutzwirkung nur von begrenzter Dauer ist. Besonders bei hohen Temperaturen kommt es binnen weniger Minuten zu einer Zerstörung aller vorhandenen polymeren Strukturen, einschließlich Aderisolationen. Diese Materialien erlauben daher keinen Funktionserhalt, der besonderen Anforderungen wie beispielsweise der Funktionserhaltsklasse E 90 genügt, so daß sich ihre Verwendung auf Gebiete beschränkt, auf denen weniger kritische Anforderungen gestellt werden.

Um im Brandfall einen Isolationserhalt oder Funktionserhalt der elektrischen Kabeln zu erreichen, werden daher hochtemperaturfeste Materialien eingesetzt. In diesem Zusammenhang sind Isolierschichten auf Basis von Silikatfasern oder Silikonkautschuk bekannt. Hierbei macht man sich die elektrisch isolierende Eigenschaft und die Hitzebeständigkeit von SiO<sub>2</sub> zunutze, das bei der Verbrennung der organischen Bestandteile eines Siliconpolymers entsteht. Auch solche Isolationen erlauben jedoch noch keinen Funktionserhalt, der besonders hohen Anforderungen genügt.

Am häufigsten, insbesondere bei hohen brandtechnischen Anforderungen, finden Glimmerbandierungen Verwendung, die unmittelbar auf dem Leitungsdraht aufgebracht sind. Für den Funktionserhalt gemäß E 90 sind bislang nur Kabel mit glimmerbandierten Leitern bekannt, wobei die Glimmerbandierungen meistens in Verbindung mit den oben beschriebenen hochgefüllten Polymeren oder mit anderen zusätzlichen Elementen, beispielsweise keramischen Werkstoffen verwendet werden. So beschreibt die DE-A-41 32 390 elektrische Kabel mit Lagen eines mit Glimmer beschichteten Glasgewebebandes und einer dazwischen angeordneten dünnen Schicht eines hochtemperaturfesten Keramikklebers besteht. Die US-A-5 227 586 beschreibt ebenfalls flammwidrige Isoliermaterial wie Silikonkautschuk umgebenen elektrischen Leiter in einer Hülle aus zwei übereinander aufgetragenen Flammschichten, beispielsweise Glimmerschichten. Die CH-A-683 213 beschreibt elek-

trische Kabel mit Isolations- und/oder Funktionserhalt, worin die einzelnen Adern mit einer Glimmerbandage umhüllt sind, die im wesentlichen aus Glasfaserband und Glimmerplättchen besteht. Auf diese Bandage ist eine Isolierung aus halogenfreiem Polymer aufgebracht, die schließlich wiederum von einer zweiten Bandage aus Glasgarn umgeben ist.

Glimmerbandierungen sind jedoch relativ kostenintensiv. Ferner sind auch Glimmerbandierungen auf elektrischen Leitern nur begrenzt temperaturbeständig und nicht besonders gut geeignet, wenn gleichzeitig mechanische Beanspruchungen stattfinden. Mit zunehmenden Anforderungen müssen daher speziellere Glimmertypen und zunehmende Glimmerschichtdicken verwendet werden. Die Glimmerpartikel müssen außerdem durch Harze und Bindemittel, die nicht besonders hochtemperaturfest sind, auf Glasgewebetragern fixiert werden. Einige keramische Werkstoffe weisen häufig über das geforderte Temperaturband keine ausreichende elektrische Durchschlagsfestigkeit auf. Die hohen Kosten einiger keramischer Materialien lassen diese ebenfalls nicht als preiswerte Alternative in Betracht kommen. Aus diesen Gründen besteht ein großer Bedarf an weiteren Materialien, die die Herstellung von Brandsicherheitskabeln erlauben, die hohen sicherheitstechnischen Anforderungen genügen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein kostengünstiges Material zur Verfügung zu stellen, das sich gleichermaßen zur Herstellung von elektrischen Kabel mit niedrigem als auch mit hohem Isolations- und/oder Funktionserhalt eignet.

Diese Aufgabe wurde durch eine Zusammensetzung nach Anspruch 1 gelöst, also eine keramizierbare flammhemmende Zusammensetzung, die eine Siliconkomponente wenigstens ein Metalloxid und eine Vorläuferverbindung eines Metalloxids, und gegebenenfalls weitere Hilfs- und Zusatzstoffe enthält.

Unter dem Begriff "Siliconkomponente" werden hier Silicon-Polymere (Silicone, Polyorganosiloxane) oder deren Mischungen verstanden. Diese Siliconpolymere können einen mehr oder minder hohen Gehalt an freiem Siliciumdioxid ( $\text{SiO}_2$ ) aufweisen und stellen eine Matrix für eine Metalloxidfüllung dar. Bevorzugt werden Silicone, beispielsweise HTV-Siliconkautschuke, mit einem mittleren  $\text{SiO}_2$ -Gehalt, beispielsweise einer Shore A-Härte von 50-70 verwendet. Insbesondere geeignet sind Silicon-Polymere mit niedrigen oder mittleren Viskositäten, da diese einen hohen Gehalt der Zusammensetzung an Metalloxiden und, gegebenenfalls, weiteren Füllstoffen zulassen. Auch hochviskose Polymere, die geringere Metalloxid- und Füllstoffdosierungen erlauben, finden jedoch Anwendung, beispielsweise in Bestandteilen der Brandsicherheitskabel, an die geringere Anforderungen gestellt werden. Die Siliconkomponente der Zusammensetzung kann sowohl Silicon-Polymere mit zur Vernetzung geeigneten Gruppen, beispielsweise H-Atome, OH-Gruppen oder Vinylgruppen, als auch unvernetz- oder teilvernetzter Form vorliegen kann. Ob die Siliconkomponente in vernetzter Form vorliegt, hängt auch von der gewünschten Konzentration an Metalloxiden und Füllstoffen ab. Bei sehr hohen Konzentrationen erfolgt keine Vernetzung der Silicon-Polymere mehr. Bei geringeren Metalloxid- und Füllstoffkonzentrationen wird eine Vernetzung oder Teilvernetzung bevorzugt. Geeignete Silicon-Polymere umfassen beispielsweise die Gruppe der Siliconöle und Siliconharze. Bevorzugt werden Silicon-Polymere, die in den elastischen Zustand überführbar sind, beispielsweise Siliconkautschuke.

Als Metalloxide werden zweckmäßig Metalloxide oder Metalloxidverbindungen verwendet, die sich ohne Zersetzung mit  $\text{SiO}_2$  sintern lassen, beispielsweise  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{TiO}_2$ . Besonders bevorzugt wird Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) in seinen verschiedenen Modifikationen verwendet. Das Metalloxid kann auch als Mischoxid vorliegen. Bevorzugt werden insbesondere Mischoxide von  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{SiO}_2$ , beispielsweise Mullit ( $3 \text{ Al}_2\text{O}_3 \times 2 \text{ SiO}_2$ ). Statt der Oxide können auch Vorläuferverbindungen dieser Oxide eingesetzt werden, d. h. Verbindungen, die beispielsweise unter Hitzeeinwirkung in das jeweilige Oxid übergehen, beispielsweise Aluminiumhydroxide wie Diaspor oder metallorganische Verbindungen, z. B. Titan-n-Butoxid. Bevorzugt werden die Oxide selbst eingesetzt.

Die Metalloxide liegen in der Zusammensetzung zweckmäßig in Pulverform vor. Die mittlere Korngrößenverteilung ist nicht sehr kritisch; sie liegt zweckmäßig bei ungefähr 1,5 bis 2,5  $\mu\text{m}$ . Die Menge der Metalloxidfüllung wird entsprechend dem Verwendungszweck und den Anforderungen an den Funktionserhalt gewählt. Bei geeigneter Wahl der Siliconkomponente wie oben beschrieben, kann die erfindungsgemäße Zusammensetzung einen Gehalt an Metalloxiden von bis zu ungefähr 450 Gewichtsteilen pro 100 Gewichtsteilen Siliconkomponente aufweisen. Die maximale Menge an Metalloxidfüllung wird u. a. durch die Art der Siliconkomponente bestimmt. Zweckmäßig enthält die Zusammensetzung pro 100 Gewichtsteile Siliconkomponente wenigstens 50 Gewichtsteile, beispielsweise 50-400 Gewichtsteile, bevorzugt 100 bis 350 Gewichtsteile Metalloxide und/oder entsprechende Vorläuferverbindungen.

Es wurde gefunden, daß die mechanisch feste Struktur zum Schutz des Leiters, die einen ausreichend hohen Isolations- und/oder Funktionserhalt des Kabels im Brandfall gewährleistet, dadurch zustande kommt, daß das beispielsweise unter Wärmeeinwirkung oder beim Verbrennen der Siliconkomponente entstandene oder bereits frei vorliegende  $\text{SiO}_2$  mit dem Metalloxid über eine Art Sinterung reagiert. Elektronenmikroskopische Untersuchungen haben gezeigt, daß die erreichte Strukturfestigkeit der normalerweise in Pulverform vorliegenden Substanzen über eine sog. Randschichtensinterung möglich wird, die überraschenderweise bereits bei Temperaturen stattfinden kann, die unter dem Schmelzpunkt des elektrischen Leiters liegen.

Gegebenenfalls kann die erfindungsgemäße Zusammensetzung weitere Hilfs- und Zusatzstoffe, insbesondere Benetzungsmittel für die Metalloxide, weitere Füllstoffe, Elastifizierungsmittel, Vernetzungskatalysatoren oder Ver- netzungsmittel, und Pigmente enthalten.

Bevorzugt weist die Zusammensetzung einen Gehalt an Benetzungsmittel für die Metalloxide auf, durch den sich die Konzentration an Metalloxiden in der Zusammensetzung erhöhen läßt. Ein besonders bevorzugtes Benetzungsmittel ist beispielsweise Aluminiumstearat. Die Benetzungsmittel sind in der Zusammensetzung gegebenenfalls in einer Menge von bis zu 25 Gewichtsteilen, insbesondere von bis zu 20 Gewichtsteilen,

beispielsweise von 1 — 15 Gewichtsteilen pro 100 Gewichtsteilen Siliconkomponente enthalten.

Bevorzugt weist die Zusammensetzung neben den Metalloxiden einen Gehalt an weiteren Füllstoffen auf. Geeignete Füllstoffe sind beispielsweise die auch in Verbindung mit herkömmlichen Polymercompounds bekannten Füllstoffe wie Carbonate, insbesondere Calciumcarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) und Magnesiumcarbonat ( $\text{MgCO}_3$ ) oder Mischsalze, wie Mg-Ca-Carbonat-Hydrate. Ein bevorzugter Füllstoff ist  $\text{CaCO}_3$ . Die Menge an weiteren Füllstoffen beträgt zweckmäßig bis zu 150 Gewichtsteile, vorzugsweise bis zu 100 Gewichtsteile, beispielsweise 10 — 100 Gewichtsteile Füllstoff pro 100 Gewichtsteilen Siliconkomponente.

Je nach Art der Siliconkomponente kann die Zusammensetzung auch übliche Vernetzungsmittel, insbesondere organische Peroxide, beispielsweise Benzoylperoxid oder 2,4-Dichlorbenzoylperoxid, enthalten. Die Menge an Vernetzungsmittel in der Zusammensetzung beträgt im Bedarfsfall zweckmäßig bis zu 5 Gewichtsteile, beispielsweise 0,5 — 5 Gewichtsteile, vorzugsweise 1 — 3 Gewichtsteile pro 100 Gewichtsteilen Siliconkomponente.

Die erfindungsgemäße Zusammensetzung, die die Siliconkomponente und das Metalloxid enthält, liegt bevorzugt als sog. keramischer Polymercompound (Silicon-Metalloxid-Compound), d. h. als verarbeitungsfähige Mischung vor, kann aber auch eine Vorstufe eines solchen Compounds darstellen.

Die erfindungsgemäße Zusammensetzung kann in an sich bekannter Weise durch Mischen bzw. Compoundieren der einzelnen Komponenten hergestellt werden. Eine Vernetzung der Silicone erfolgt dabei gegebenenfalls nach bekannten Verfahren, beispielsweise mittels üblicher Vernetzungsmittel wie organischen Peroxiden. Die Vernetzung kann aber auch nach anderen Mechanismen, beispielsweise mittels im Polymer befindlicher geeigneter funktioneller Gruppen über eine Hydrosilylierungsreaktion erfolgen.

Die Aufarbeitung des Metalloxids in einer Siliconmatrix als keramischer Polymercompound erlaubt eine Verarbeitung der Zusammensetzung, wie sie auch mit anderen hochgefüllten Mischungen bekannt ist. Die Verarbeitung erfolgt beispielsweise in herkömmlichen Extrusions- oder Coextrusionsverfahren mit Extrudern, wie sie im Stand der Technik bekannt sind. Ebenso kann die Verarbeitung auf herkömmlichen Gummiwalzwerken erfolgen.

Erfindungsgemäß zur Herstellung von Brandsicherheitskabeln geeignet sind beispielsweise Mischungen, die die folgende Zusammensetzung aufweisen:

30	HTV-Silicon, Härte Shore A 60	100 Gew.-Teile;
	$\text{Al}_2\text{O}_3$ (mittlere Korngröße 1,5 — 2,5 $\mu\text{m}$ )	350 Gew.-Teile;
	Aluminium-Stearat	6 Gew.-Teile;
	2,4-Dichlorbenzoylperoxid	1,5 Gew.-Teile.

35 Eine derartige Zusammensetzung kann beispielsweise in an sich bekannter Weise auf einem Gummiwalzwerk verarbeitet werden.

Die erfindungsgemäße Zusammensetzung findet insbesondere Verwendung bei der Herstellung von Brandsicherheitskabeln, beispielsweise im Bereich der Aderisolationen, der gemeinsamen Aderumhüllungen oder Zwickel, der Trennschichten, d. h. der Schichten zwischen dem Leiter und der Isolation, der Zwischen- und Außenmäntel, und der Beiläufe.

40 Ein weiterer Gegenstand der Erfindung sind somit elektrische Adern oder ein- oder mehradrige elektrische Kabel mit Isolations- und/oder Funktionserhalt, die unter Verwendung der erfindungsgemäßen Zusammensetzung hergestellt sind.

In den nachfolgenden Abbildungen zeigen:

45 Fig. 1 ein in Ansicht und aufgesprengt dargestelltes Ausführungsbeispiel einer elektrischen Ader;  
Fig. 2 ein in Ansicht und teilweise aufgesprengt dargestelltes Ausführungsbeispiel eines mehradrigen elektrischen Kabels;

Fig. 3 ein in Ansicht und teilweise aufgesprengt dargestelltes Ausführungsbeispiel eines mehradrigen elektrischen Kabels mit konzentrischem Leiter;

50 Die erfindungsgemäßen Adern oder Kabel mit Isolationsund/oder Funktionserhalt umfassen wenigstens einen ein- oder mehrdrähtigen elektrischen Leiter, beispielsweise einen Kupferleiter, und wenigstens einen Bestandteil auf Basis der erfindungsgemäßen Zusammensetzung, insbesondere Trennschichten und/oder Mäntel, beispielsweise Zwischen- und/oder Außenmäntel, gemeinsame Aderumhüllungen bzw. Zwickel, Isolationen und Beiläufe. Grundsätzlich können beliebige geeignete Bestandteile der Adern oder Kabel auf Basis der erfindungsgemäßen Zusammensetzung hergestellt sein. Individuelle Ausführungsformen orientieren sich aber beispielsweise an den spezifischen Anforderungen an den Funktions- und/oder Isolationserhalt oder an den spezifischen Normvorgaben.

Die erfindungsgemäße flammwidrige Zusammensetzung bzw. der keramische Polymercompound kann in den Adern oder Kabeln in Kombination mit anderen für den Kabelaufbau bekannten Materialien, beispielsweise halogenfreien gefüllten Polymercompounds oder in Kombination mit mineralischen Werkstoffen vorliegen. In einer besonderen Ausführungsform wird der keramische Polymercompound in der Ader oder dem Kabel in Kombination mit Siliconkautschuk eingesetzt. Beispielsweise kann eine Trennschicht aus keramischem Polymercompound in eine Isolation aus Siliconkautschuk integriert sein. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird der erfindungsgemäße keramische Polymercompound, insbesondere im Bereich von Isolationen, als sog. Faserverbundstoff eingesetzt. Dabei werden vorzugsweise Fasern aus nichtbrennbaren mineralischen Materialien, insbesondere Silikaten, Glas und Keramik verwendet. Die Fasern können entweder als Gewebe zusammen mit dem Compound eine Laminatstruktur bilden oder ungeordnet im Compound vorliegen.

Beispiele erfindungsgemäßer elektrischer Adern und Kabel werden nachfolgend unter Bezug auf die Abbil-

dungen näher erläutert.

Fig. 1 stellt ein Beispiel für den Aufbau einer elektrischen Ader 5 dar. Die gezeigte Ader besteht aus einem elektrischen Leiter 1, einer Trennschicht 2 und einer Isolation 3 in Kombination mit einem Verstärkungsgewebe oder einem Geflecht 4, wobei entweder die Trennschicht 2 oder die Isolation 3 oder beide aus dem erfindungsgemäßen keramischen Polymercompound ausgebildet sind.

Bevorzugt besteht die auf den elektrischen Leiter 1 der Ader 5 aufgebrachte Trennschicht 2 aus der erfindungsgemäßen Zusammensetzung. Diese Trennschicht 2 kann im Brandfall die maßgebliche funktionserhaltende Schicht und gleichzeitig auch eine isolierende Schicht darstellen. Die Wandstärke einer Trennschicht hängt von den Anforderungen an den Funktionserhalt ab und beträgt zweckmäßig wenigstens 0,3 mm, bevorzugt wenigstens 0,4 mm. Über der Trennschicht 2 befinden sich die eigentliche Isolation 3 der elektrischen Ader 5 und ein Verstärkungsgewebe oder ein Geflecht 4, wobei die Reihenfolge von Isolation 3 und Verstärkungsgewebe üblichen und zulässigen Materialien, beispielsweise aus den auf diesem Gebiet bekannten halogenfreien vernetzbaren und unnetzbaaren Isolationsmaterialien, z. B. Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymeren (EPDM-Kautschuk), bestehen. Vorteilhaft besteht die Isolation 3 aus einem Siliconkautschuk, so daß die Isolation 3 auch selbst aus keramischem Polymercompound bestehen. In beiden Fällen wird eine weitere Verbesserung des Funktionserhalts erreicht. Vorteilhaft wird die Isolation 3 mit einem Verstärkungsgewebe oder Geflecht 4 kombiniert, das aus einem nichtbrennbaren anorganischen Werkstoff, vorzugsweise Mineralfasern, Glas und Keramik besteht.

Fig. 2 stellt ein Beispiel für den Aufbau eines mehradrigen elektrischen Kabels 10 dar. Das Kabel 10 umfaßt elektrische Adern 11, 12, 13 und 14, eine gemeinsame Aderumhüllung bzw. einen Zwickel 15 und einen Außenmantel 16, der über der gemeinsamen Aderumhüllung 15 aufgebracht ist. Wenigstens ein Bestandteil dieses elektrischen Kabels ist auf Basis des erfindungsgemäßen Polymercompounds hergestellt. Üblicherweise enthalten die elektrischen Adern, die beispielsweise gemäß den in Fig. 1 dargestellten Adern 5 aufgebaut sein können, eine Trennschicht auf Basis der erfindungsgemäßen Zusammensetzung. In einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die gemeinsame Aderumhüllung (Zwickel) 15, allein oder zusammen mit den Trennschichten der Adern, den erfindungsgemäßen keramischen Polymercompound. Besonders bevorzugt wird der keramische Polymercompound hierbei in Kombination mit einem Gewebeband aus temperaturbeständigen mineralischen Werkstoffen eingesetzt. Der Außenmantel 16 besteht üblicherweise aus herkömmlichen Materialien, beispielsweise halogenfreien gefüllten Polymeren, kann aber alternativ ebenfalls unter Verwendung des keramischen Polymercompounds hergestellt sein.

Fig. 3 stellt ein Beispiel für den Aufbau eines mehradrigen elektrischen Kabels 20 mit einem konzentrischen Leiter 29 dar.

Das dargestellte Kabel umfaßt vier Adern 21, 22, 23 und 24, die ihrerseits aus einem elektrischen Leiter 25, einer Trennschicht 26 und einer Isolation 27 bestehen. Die Adern können aber ebenso einen Aufbau gemäß der in Fig. 1 beschriebenen Ader 5 aufweisen. Das Kabel kann außerdem Beiläufe wie den hier dargestellten Zentrumsbeilauf 32 aufweisen. Adern und Beilauf sind von einer gemeinsamen Aderumhüllung bzw. einem Zwickel 28 umgeben. Über der gemeinsamen Aderumhüllung (Zwickel) 28 befindet sich ein konzentrischer elektrischer Leiter 29, beispielsweise ein unwundener Kupferdraht oder eine Kupferband-Wendel. Auf diesen elektrischen Leiter 29 ist eine weitere Trennschicht 30 aufgebrachte über der sich ein Mantel 31 befindet.

Erfindungsgemäß sind ein oder mehrere Komponenten eines derartigen elektrischen Kabels unter Verwendung des keramischen Polymercompounds hergestellt. In einer bevorzugten Ausführungsform besteht wenigstens eine der Trennschichten 26 und 30 aus dem erfindungsgemäßen keramischen Polymercompound. Bevorzugt besteht die Trennschicht 26 der elektrischen Ader aus keramischem Polymercompound und ist in eine Isolation 27 aus Siliconkautschuk integriert. In einer weiteren Ausführungsform besteht die Isolation 27 allein aus keramischem Polymercompound. In einer anderen Ausführungsform ist die gemeinsame Aderumhüllung (Zwickel) 28 entweder allein oder zusammen mit dem Beilauf 32 auf Basis des keramischen Polymercompounds hergestellt. Der Außenmantel 31 besteht üblicherweise aus herkömmlichen Materialien, beispielsweise halogenfreien gefüllten Polymeren, kann aber alternativ ebenfalls unter Verwendung des keramischen Polymercompounds hergestellt sein.

Das Aufbringen der Schichten und/oder Mäntel kann nach üblichen Verfahren, insbesondere Extrudierverfahren, erfolgen. Besonders vorteilhaft ist es, wenn mehrere Schichten oder Mäntel, beispielsweise die Trennschicht und die Isolationsschicht, mittels einer Tandem- oder Coextrusion gemeinsam aufgebracht werden.

Die erfindungsgemäße Zusammensetzung erlaubt also die Herstellung von Brandsicherheitskabeln mit Isolations- und/oder Funktionserhalt. Die Zusammensetzung eignet sich sowohl für Kabel niedriger Funktionserhaltungsklassen, beispielsweise der Funktionserhaltungsklasse E 30 nach DIN 4102 Teil 12 oder der Funktionserhaltungsklasse FE 180 nach IEC 331, als auch für Kabel, die den Anforderungen hoher Funktionserhaltungsklassen genügen müssen. Beispielsweise läßt sich erfindungsgemäß auch ein Funktionserhalt über 90 Minuten bei einer Exposition des Kabels bis ungefähr 1000°C (Funktionserhaltungsklasse E 90 nach DIN 4102 Teil 12) ohne weiteres erreichen. Der erfindungsgemäße keramische Polymercompound erlaubt außerdem die Ausbildung einer genügenden mechanischen Strukturfestigkeit im unteren Temperaturbereich, also auch in einem Temperaturbereich, von der Zerstörung der polymeren Matrix bis zur Ansinterung der keramischen Partikel reicht.

Die auf Basis der erfindungsgemäßen Zusammensetzung erhaltenen Kabel unterscheiden sich bei der üblichen Installation und Benutzung nicht von herkömmlichen Kabeln. Auch das Abisolieren der Leiter stellt kein Problem dar. Die pulverförmigen Metalloxide oder Keramiken sind durch ihre Einbettung in die polymere Matrix nicht als solche zu erkennen. Die Eigenschaften des Polymers bestimmen das Erscheinungsbild der Kabel. Die Aufarbeitung der Metalloxide in einem Compound erlaubt ein Verarbeiten, wie es mit anderen herkömmlichen

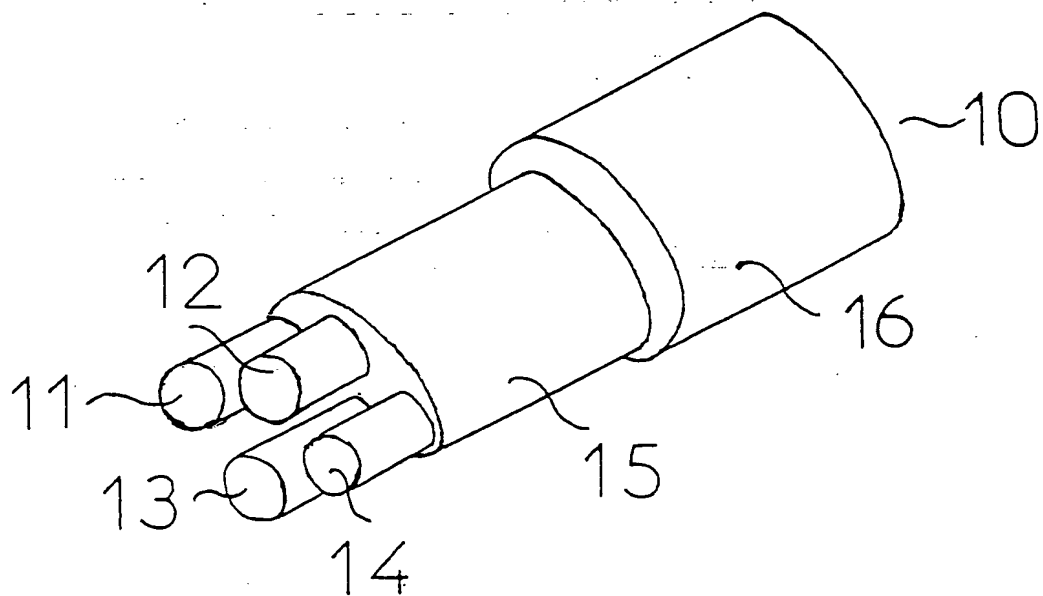
chen hochgefüllten Materialien bekannt ist. Der erfindungsgemäße Polymercompound stellt ferner eine kostengünstige Alternative zu den bekannten verwendeten Materialien dar. Insbesondere kann die Verwendung kostspieliger Materialien, wie Glimmerbandagen, entfallen.

# Patentansprüche

1. Keramisierbare flammwidrige Zusammensetzung, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie eine Siliconkomponente und wenigstens ein Metalloxid und/oder eine Vorläuferverbindung eines Metalloxids umfaßt.
2. Zusammensetzung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Anteil an Metalloxid und/oder dessen Vorläuferverbindung ungefähr 50 bis ungefähr 450 Gewichtsteile pro 100 Gewichtsteile Siliconkomponente beträgt.
3. Zusammensetzung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Metalloxid  $Al_2O_3$  ist.
4. Zusammensetzung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie einen oder mehrere Hilfs- und/oder Zusatzstoffe, insbesondere Benetzungsmittel, Füllstoffe und Vernetzungsmittel, umfaßt.
5. Zusammensetzung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Benetzungsmittel Aluminiumstearat ist.
6. Zusammensetzung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Füllstoff ein Carbonat, insbesondere  $CaCO_3$  und/oder  $MgCO_3$  ist.
7. Zusammensetzung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Vernetzungsmittel ein organisches Peroxid ist.
8. Zusammensetzung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie einen mineralischen Werkstoff, insbesondere mineralische Fasern, beispielsweise aus Silikaten, Glas oder Keramik, umfaßt.
9. Verwendung einer Zusammensetzung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 8 zur Herstellung von Brandsicherheitskabeln.
10. Elektrische Ader oder elektrisches Kabel mit Isolations- und/oder Funktionserhalt, enthaltend wenigstens einen Bestandteil auf Basis einer keramisierbaren Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, insbesondere Trennschichten, Mäntel, gemeinsame Aderumhüllungen oder Zwickel, Isolationen und/oder Beiläufe.
11. Ader oder Kabel nach Anspruch 10, worin der Bestandteil auf Basis der keramisierbaren Zusammensetzung in der Ader oder dem Kabel in Kombination mit einer Ader- oder Kabelkomponente aus Siliconkautschuk vorliegt.
12. Ader oder Kabel nach Anspruch 10, worin der Bestandteil auf Basis der keramisierbaren Zusammensetzung in der Ader oder dem Kabel einen mineralischen Werkstoff enthält und insbesondere als Faserverbundstoff vorliegt.
13. Ader oder Kabel nach Anspruch 10, worin der Bestandteil auf Basis der keramisierbaren Zusammensetzung in der Ader oder dem Kabel eine auf den elektrischen Leiter aufgebrachte Trennschicht ist.
14. Ader oder Kabel nach Anspruch 13, worin auf die Trennschicht eine Isolationsschicht aus Siliconkautschuk oder EPDM-Kautschuk aufgebracht ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 2



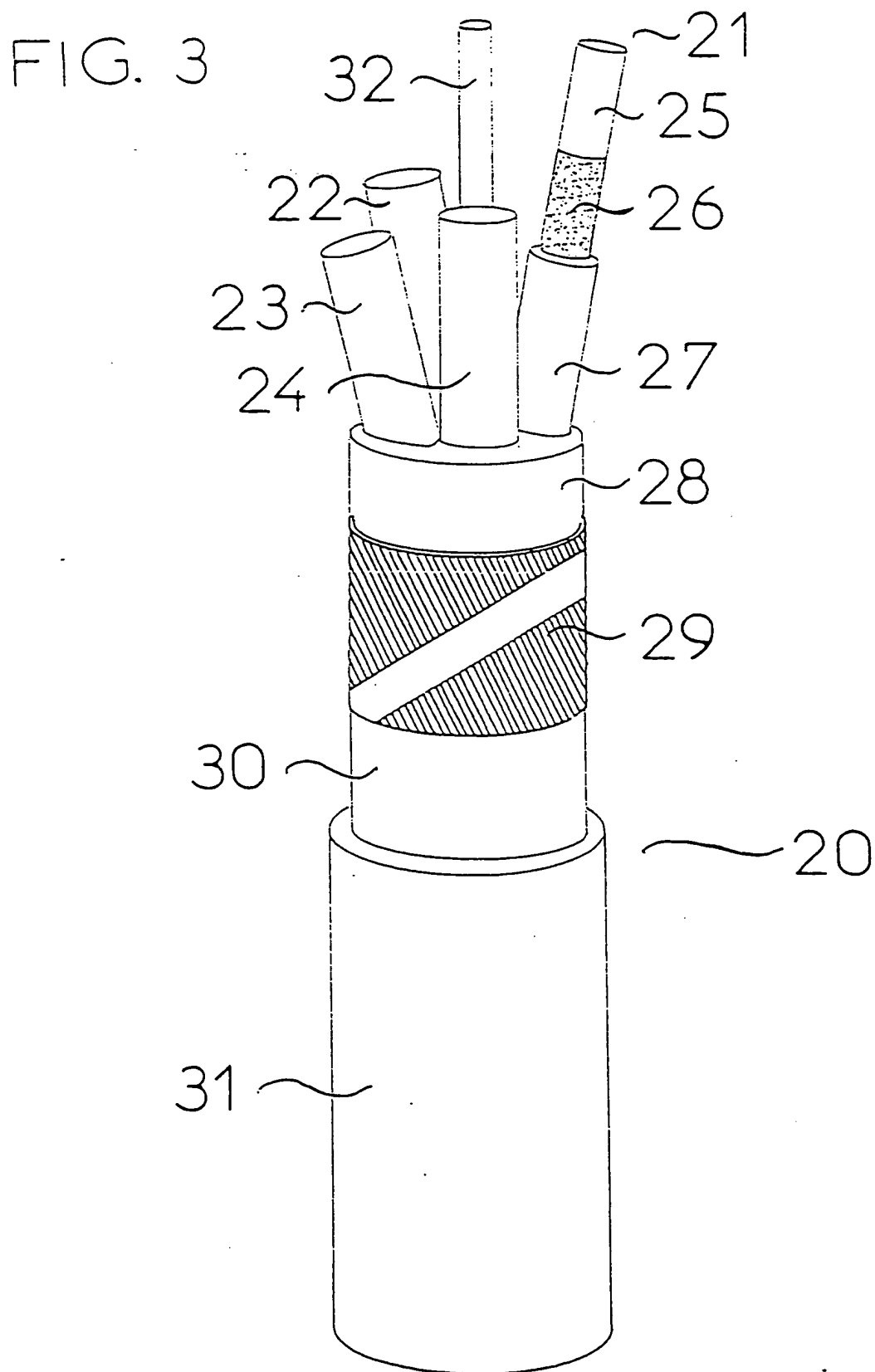
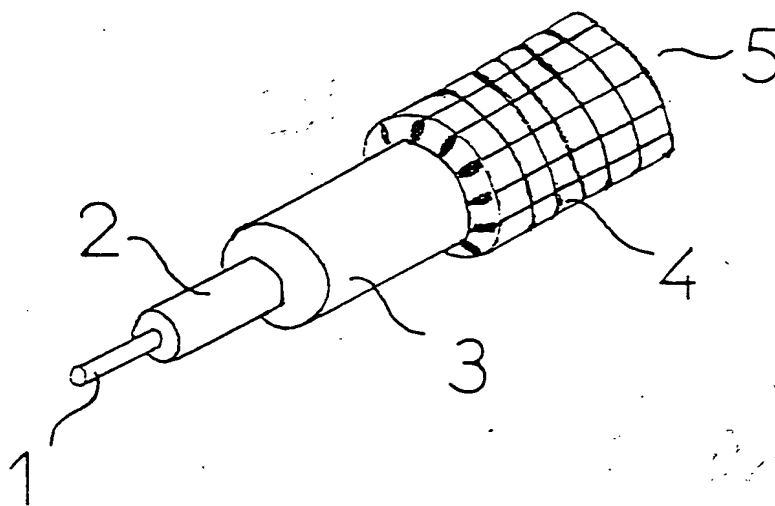




FIG. 1



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**